

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

## **Databáze upínacích přípravků v CAM systému**

## **Database of Fixtures in the CAM System**

Student:	Ondřej Juřena
Osobní číslo:	JUR0391
Vedoucí bakalářské práce:	prof. Ing. Marek Sadílek, Ph.D.

Ostrava 2021

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 15.5.2021



.....  
Podpis studenta

**Prohlašuji, že:**

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на вѣдомі, że Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на вѣдомі, že podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 15.5.2021



.....  
Podpis studenta

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

JUŘENA, Ondřej. *Databáze upínacích přípravků v CAM systému*. Ostrava, 2021. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie. Vedoucí práce prof. Ing. Marek Sadílek, Ph.D..

Cílem této bakalářské práce je návrh databáze upínacích přípravků a její aplikací do CAD systému. První část práce je věnována vytvořením databáze všech upínacích přípravků, které se nacházejí na pracovišti VŠB katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie a jsou používány operátory strojů, jedná se o různé strojní svěráky, sklíčidla a upínky. Následně jsou všechny tyto přípravky vymodelovány pomocí programu Autodesk Inventor. Na závěr jsou všechny modely importovány do CAM systému WorkNC pro vytvoření reálnějších obráběcích simulací.

Klíčová slova: databáze, upínací, přípravky, CAM, systémy

## ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

JUŘENA, Ondřej. *Database of Fixtures in the CAM System*. Ostrava, 2021. Bachelor thesis. Vysoká škola báňská - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining, Assembly and Engineering Metrology. Thesis head prof. Ing. Marek Sadílek, Ph.D..

The aim of this bachelor's thesis is to design a database of fixtures and its application to the CAD system. The first part of the work is devoted to creating a database of all clamping jigs, which are located at the VŠB department of machining, assembly and engineering metrology and are used by machine operators, they are various machine vices, chucks and clamps. Subsequently, all of these fixtures are modeled using Autodesk Inventor. Finally, all models are imported into the WorkNC CAM system to create more realistic machining simulations.

Keywords: databases, fixtures, jigs, CAM, systems

## OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK .....	5
1. Úvod .....	6
2. CAM systémy .....	7
3. Upínací přípravky Katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie .....	9
4. Autodesk Inventor .....	10
4.1. Tvorba modelů .....	10
5. WorkNC .....	11
5.1. Tvorba knihovny upínačů .....	12
6. Databáze přípravků .....	16
6.1. Databáze upínacích přípravků Katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie .....	17
7. SIMULACE A VERIFIKACE PROCESU OBRÁBĚNÍ V CAM SYSTÉMU .....	22
8. Závěr .....	24
Poděkování .....	25
Citace .....	26
Seznam příloh .....	27

## SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK

Značka	Jednotka	Popis
CAD		Computer aided design
CAM		Computer Aided Manufacturing
UCS		User Coordinate System

## **1. Úvod**

Tato práce se zabývá tvorbou databáze upínacích přípravků v CAM systému. Aktualizovat stávající databázi upínacích přípravků přidat nové přípravky smazat vyřazené a doplnit technické parametry přípravků jako je maximální upnutí, počet kusů nebo maximální výška upnutí aby si každý operátor stroje mohl vybrat ten nejlepší přípravek pro daný obrobek. Dále je potřeba všechny přípravky převést do digitální formy pomocí 3D modelů programem Autodesk Inventor. Tyto modely se převedou do programu WorkNC. Tímto se celý proces obrábění stane reálný, protože použijeme skutečné upínací přípravky.

## 2. CAM systémy

Historie a vývoj CAD/CAM systémů je poměrně nedávná. Je to dáno především tím, že CAD/CAM systémy jsou pevně svázané s vývojem počítačové techniky. Počátky CAD jsou datovány od poloviny 20. století, kdy vznikl geometrický jazyk ATP. Dalším významným vývojem je rok 1963, kdy byly prezentovány výsledky vykreslení a manipulace grafických objektů na displeji, což lze považovat za počátek interakční počítačové grafiky. [2]

Proces zhotovování tvarově složitých součástek na CNC frézovacích strojích se většinou dělí na tři základní operace – hrubování, předdokončování a dokončování. U hrubovacího frézování je snahou odstranit materiál polotovaru co nejrychleji, s definovaným přírůstkem pro následující operaci. Je zde kladen malý důraz na rozměrovou přesnost obrobků nebo drsnost povrchu. Při tomto procesu se obvykle používají čelní válcové frézy vzhledem k vysoké účinnosti odebrání materiálu a delší životnosti nástroje, v případě obrábění tvrdších materiálů jsou používány frézy toroidní a v malé míře se využívají kopírovací frézy. V mnoha případech jsou po základním hrubování aplikovány další hrubovací operace, zaměřené na úběr materiálu v oblastech, kam se nástroj v základní operaci nedostal. Zde se využívají nástroje menších průměrů. Oblasti vyžadující dohrubování určuje CAM systém automaticky na základě výpočtů zohledňujících požadovaný tvar, definovaný přírůstek, rozměr nástroje a stav po předešlé operaci. Určit oblasti pro dohrubování je ale možné i ručně. [7]

CAM označuje systém, který připravuje data a programy pro řízení numericky řízených strojů pro automatickou výrobu součástí. Tento systém využívá geometrické a další informace vytvořené ve fázi návrhu v systému CAD. Představuje v užším pojetí automatizované operativní řízení výroby na dílenské úrovni a zahrnuje i automatický sběr dat o skutečném stavu výrobního procesu, numericky řízené výrobní systémy, automatické dopravníky a automatické sklady. [1]

Produkty tohoto charakteru umožňují simulovat sled technologických operací při vlastní výrobě součástí. Simulují práci jednotlivých nástrojů v nejrůznějších technologiích obrábění, např. frézování, soustružení, vrtání, elektroerosivní obrábění, obrábění laserem, vodním paprskem atd.. Po simulovaném prověření a odzkoušení bezpečného chodu výroby součástí je tímto modulem vygenerován program pro řízení NC, CNC strojů. [1]

Rozdělení CAM systému je možné chápat podobně jako u CAD systémů. CAM systémy můžeme dělit podle několika kritérií. Hlediska dělení mohou být různá a to např.:

- dle velikosti systému. Velikosti systému je myšleno konkrétní využití dané aplikace (množství doplňků nadstavby, obráběcích cyklů atd.),
- podle ceny,
- podle použití,
- podle rozšíření – dle počtu licencí,
- podle propojení na ostatní CA systémy,
- podle podpory ze strany výrobce daného software,
- apod.



CAD/CAM systém jako počítačem podporovaný útvar v rámci CIM znamená, že tento systém zabezpečuje všechny činnosti a funkce spadající pod oba CA systémy, s propojením na přímé vazby na ostatní CA systémy.

Podle úrovně systémů a na základě ceny lze CAM systémy rozdělit na:

- malé CAM systémy,
- střední CAM systémy,
- velké CAM systémy. [2]

Toto rozlišení je ovšem v poslední době dosti stíráno a nemá prakticky velký význam. Na základě začlenění do skupin s přihlédnutím na provázanost dalších CA systémů, lze CAM systémy rozdělit také na:

- CAM systémy integrované v rámci komplexních CAD/CAM/CAE systémů,
- speciální CAM systémy respektive CAD/CAM systémy. [1]

Dalším důležitým aspektem je import upínacích částí a přípravků (upínek). Bez vytvoření konkrétní grafiky upínacích přípravků, tedy s reálnými rozměry, by CAM systém simuloval jen obrábění s polotovarem, což neumožňuje zabránění případných kolizí držáku a nástroje s upínacím zařízením, přípravky a strojem. [1]

### 3. Upínací přípravky Katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Celkem je na dílně Katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie 15 spínacích přípravků, které se pravidelně používají. Mým úkolem je vytvořit databázi z těchto přípravků. Jako první jsem přijel do školní dílny, abych mohl všechny tyto přípravky vyfotit a změřit jejich rozměry pro budoucí modelování.

Název	Datum změny	Typ	Velikost
1-Strojní šroubový svěrák A	13.05.2021 20:50	Složka souborů	
2-Strojní šroubový svěrák B	13.05.2021 20:50	Složka souborů	
3-Strojní šroubový svěrák sklopný a otoč...	13.05.2021 20:51	Složka souborů	
4-Strojní šroubový svěrák sklopný a otoč...	13.05.2021 20:52	Složka souborů	
5-Samostředící čelistový svěrák	13.05.2021 20:53	Složka souborů	
6-Cetrální upínač CU-T 77	13.05.2021 20:54	Složka souborů	
7-Svěrák strojní modulární VMP-6B	13.05.2021 20:55	Složka souborů	
8-KSX-L 125	13.05.2021 20:56	Složka souborů	
9-KSC 125-160	13.05.2021 20:56	Složka souborů	
10-Upínač - malý svěrák	13.05.2021 20:57	Složka souborů	
11-Magnetická deska Schunk	13.05.2021 20:58	Složka souborů	
12-Čtyřčelistové sklíčidlo IUS s lícní deskou	13.05.2021 20:59	Složka souborů	
13-Čtyřčelistové sklíčidlo IUS s upínacím ...	13.05.2021 21:03	Složka souborů	
14-Tříčelistové sklíčidlo s podstavcem	13.05.2021 21:04	Složka souborů	
15-Upínky na stůl	12.05.2021 21:34	Složka souborů	
Rozdíl velikosti-sloup-deska.png	29.08.2016 8:58	Soubor PNG	284 kB
Stroj.docx	13.05.2021 21:04	Dokument aplikac...	28 kB

Obrázek 3.1 – Složky upínacích přípravků

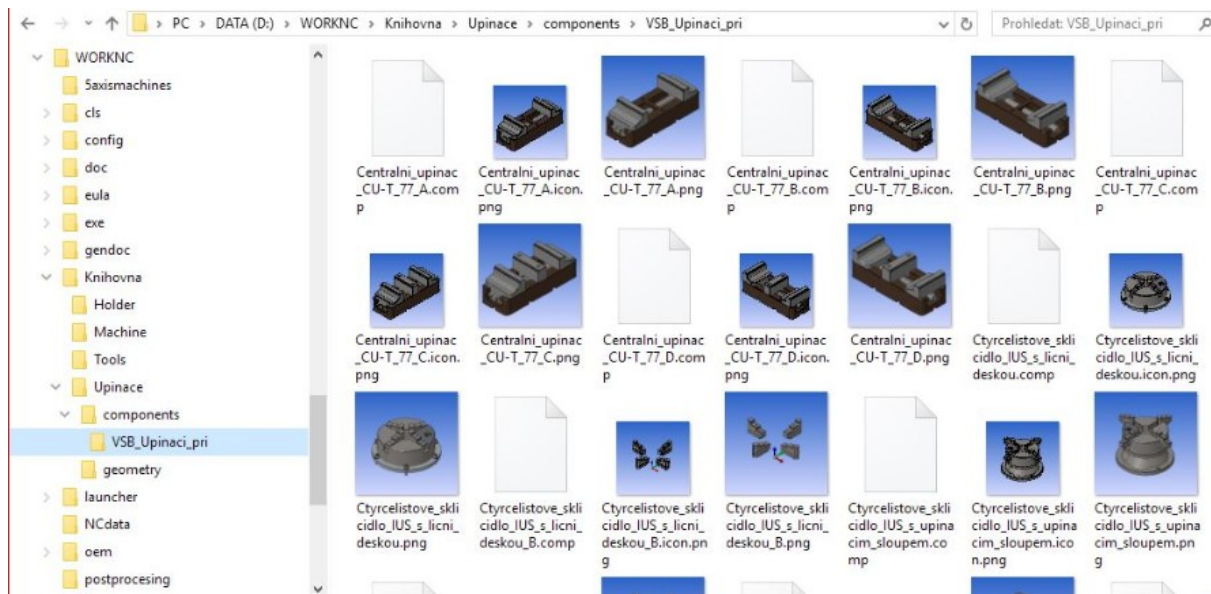
Pro každý přípravek jsem udělal vlastní složku, ve které jsou všechny potřebné soubory. Složky jsou součástí přílohy.

1-Strojní šroubový svěrák A			
Název	Datum změny	Typ	Velikost
Foto	11.05.2021 13:08	Složka souborů	
Modely Inventor	12.05.2021 10:25	Složka souborů	
Modely STEP	11.05.2021 13:20	Složka souborů	
Strojní šroubový svěrák A.docx	13.05.2021 20:50	Dokument aplikac...	38 kB

Obrázek 3.2 – Obsah složek upínacích přípravků

Každá složka obsahuje fotky daného přípravku, aby ho bylo možné rozeznat. Dále obsahuje úplný model vytvořený v inventoru, následně jsou tyto modely převedeny do formátu STEP, aby je bylo možné snadněji importovat do dalších programů, v mém případě do WorkNC. Jako poslední je ve složce word soubor, ve kterém je popis a informace o daném upínacím přípravku.

Jako další příloha jsou soubory všech možných upnutí, které jsem importoval a uložil do knihovny, které jsou uloženy ve složce WorkNC celkově je 33 různých možností upnutí.



Obrázek 3.3 – Obsah přípravků ve složce WorkNC

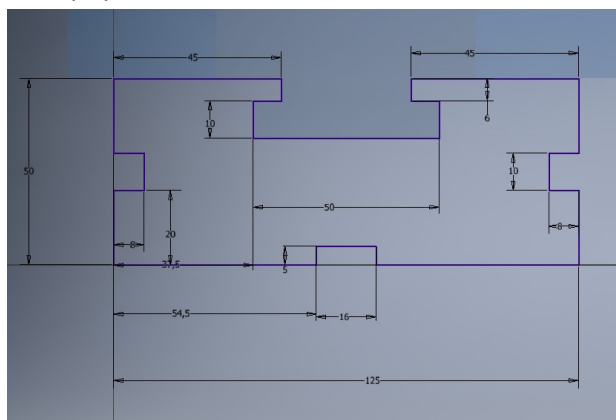
Tyto soubory si může každý oprávněný člověk uložit do svého WorkNC programu aby mohl všechny tyto upínací přípravky taky používat na tvorbu programů.

## 4. Autodesk Inventor

Autodesk Inventor je parametrický, adaptivní 3D modelář – softwarová CAD aplikace firmy Autodesk. [3]

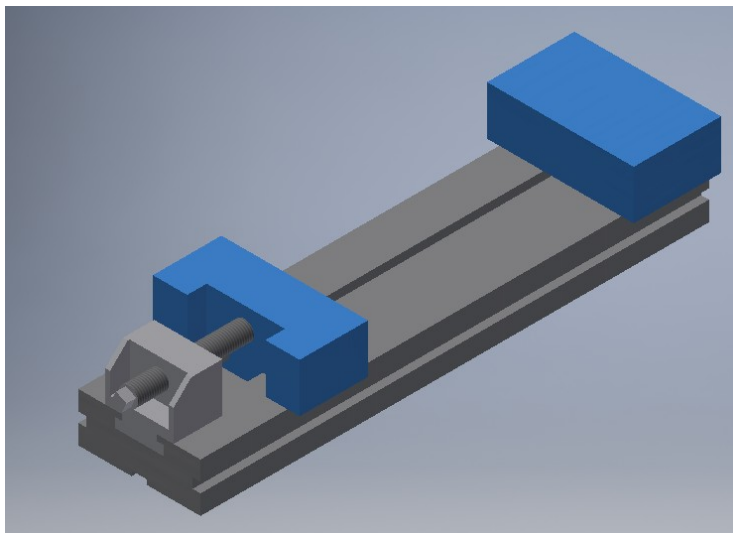
### 4.1. Tvorba modelů

Jako první vytvoříme 2D náčrt přípravku.



Obrázek 4.1 – 2D náčrt přípravku

Nejdříve musíme vytáhnout 2D obrys do prostoru. K modelování je k dispozici nástroj Vysunutí. Další částí, kterou budeme modelovat, bude pevná čelist svěráku. Základna samotná tvoří pouze obdélník, který je pevně připnut na základnu. Nyní ošetříme všechny hrany. A nakonec sestavíme celý přípravek.



Obrázek 4.2 – Model přípravku

## 5. WorkNC

WorkNC je software pro počítačovou výrobu (CAM) vyvinutý společností Sescoi pro víceosé obrábění

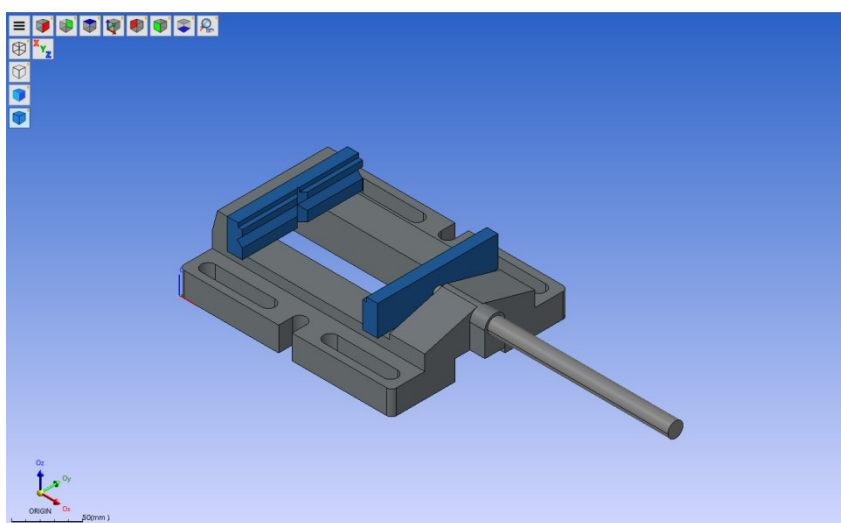
- Mezi hlavní funkce WorkNC CAM patří:
- Automatická detekce a správa geometrické a obráběcí zóny
- Dráhy nástrojů určené pro vysokorychlostní obrábění
- Definice uživatelské zásoby (blok, CAD, STL )
- Dynamická správa zásob 3 a 3 + 2
- Detekce kolizí s automatickou aktualizací zásob
- Simulace obrábění
- Knihovna nástrojů a držáků nástrojů
- HTML dílna dokumentace
- Odhadované doby obrábění lze exportovat do WorkPLAN
- Předdefinované sekvence obrábění pro automatické obrábění
- Obrábění souborů STL a mračna bodů
- Výpočty dávkového režimu
- Generátor postprocesoru

WORKNC je prověřený CAM systém, zaměřený na složité modely forem a jejich obrábění na 3osých, 5osých i víceosých CNC strojích.

WORKNC přináší svým uživatelům automatické generování drah nástrojů, vyšší produktivitu, rychlejší obrábění, delší životnost nástrojů, lepší kvalitu výsledných povrchů s vyšší přesností, hospodárnější využití strojů a rychlejší CNC programování. Paralelní výpočet ve WORKNC plně využívá výhod vícejádrových procesorů při náročných výpočtech a zpracování dat. Doba přípravy je kratší díky předdefinovaným vzorům obrábění a dávkovým výpočtům drah nástrojů. [4]

## 5.1. Tvorba knihovny upínačů

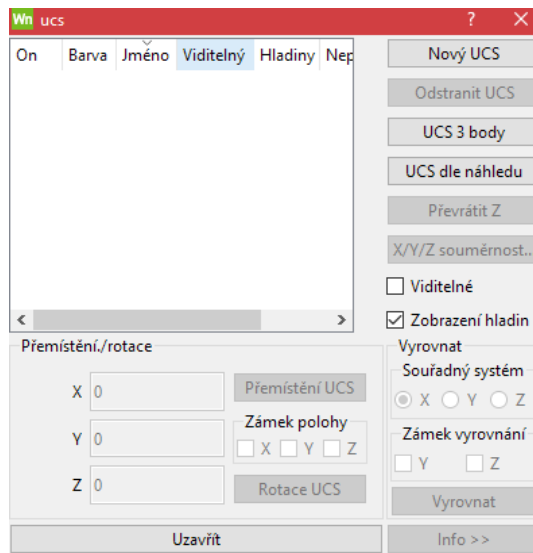
Jako první importujeme přípravek do programu.



Obrázek 5.1 – Ukázka přípravku ve WorkNC

Dále si musíme dát pozor na umístění „ORIGIN“ kříže. Podle něho se vyrovnává upínací systém k dílu při načítání z knihovny.

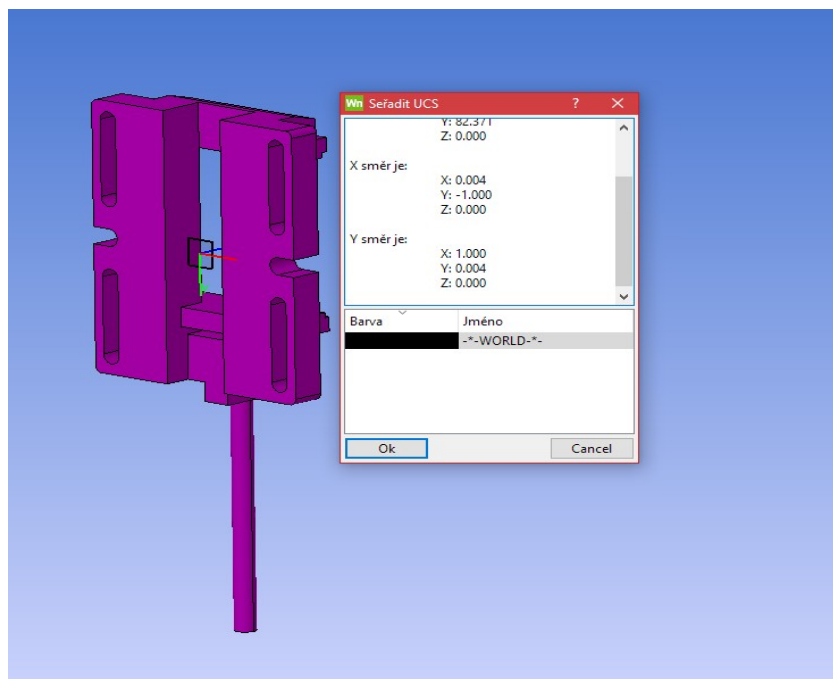
Následně musíme přemístit upínací systém tak, aby „ORIGIN“ byl na středu podstavy.



Obrázek 5.2 – Tabulka s tvorbou UCS

Nejprve si vytvoříme pomocný UCS na střed podstavy CAD modelu s vhodným natočením.

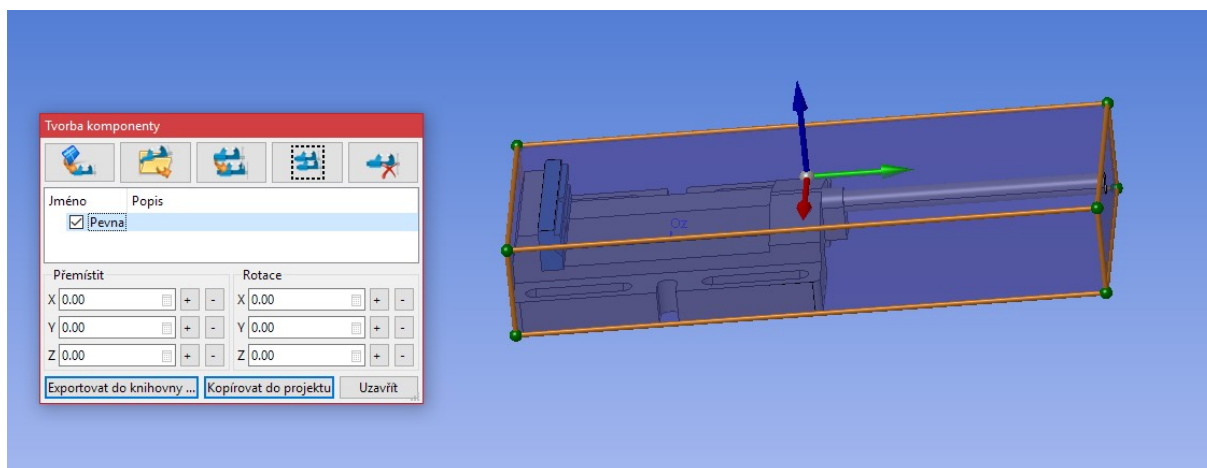
Dále přesuneme CAD model k „ORIGIN“ pomocí vytvořeného UCS.



Obrázek 5.3 – Přesun UCS na původní souřadný systém

Když je ORIGIN umístěný je dobré smazat pomocný UCS.

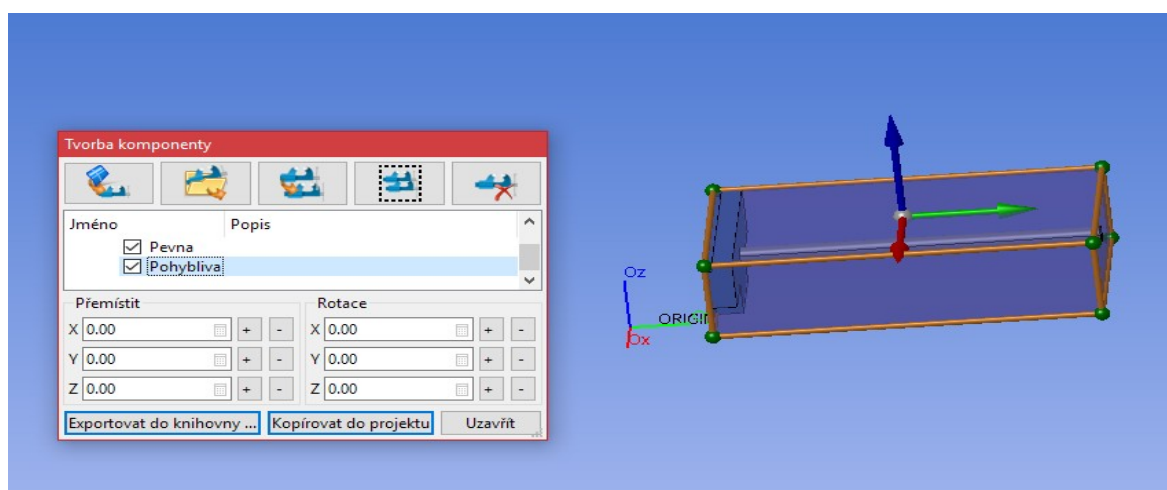
Následně musíme exportovat upínací systém do knihovny, aby se nám uložil. Jenže aby bylo možné upravovat rozevření svěráku je potřeba ho rozdělit na několik částí. Například na pevnou a pohyblivou část.



Obrázek 5.4 – Volba pevné části přípravku

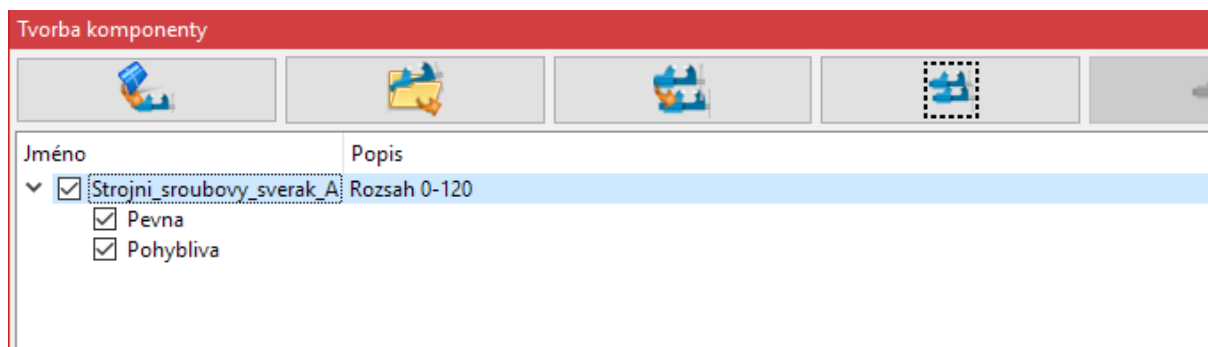
Nyní vybereme pevnou část.

Dále vybereme pohyblivou část.



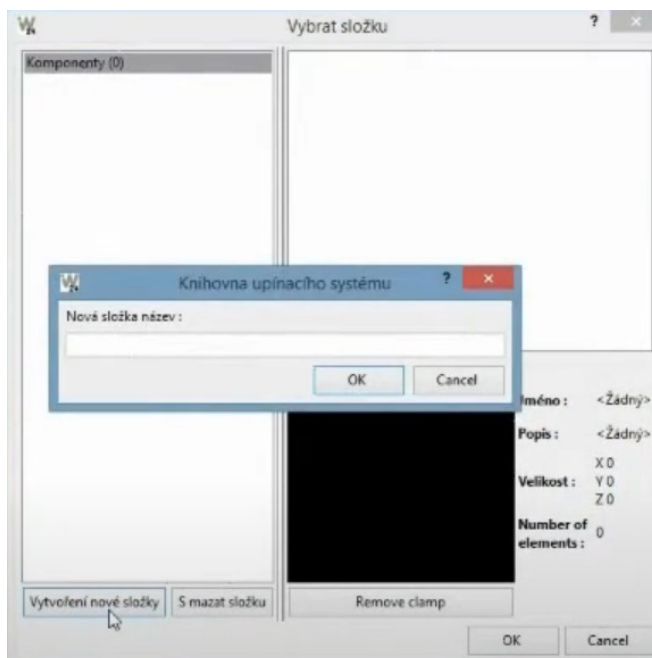
Obrázek 5.5 – Volba posuvné části přípravku

Jakmile budou obě části uložené je potřeba vše správně pojmenovat vyplnit popis, do kterého se píše důležité specifikace jako je třeba maximální rozsah upnutí.



Obrázek 5.6 – Pojmenování přípravku a jeho popis

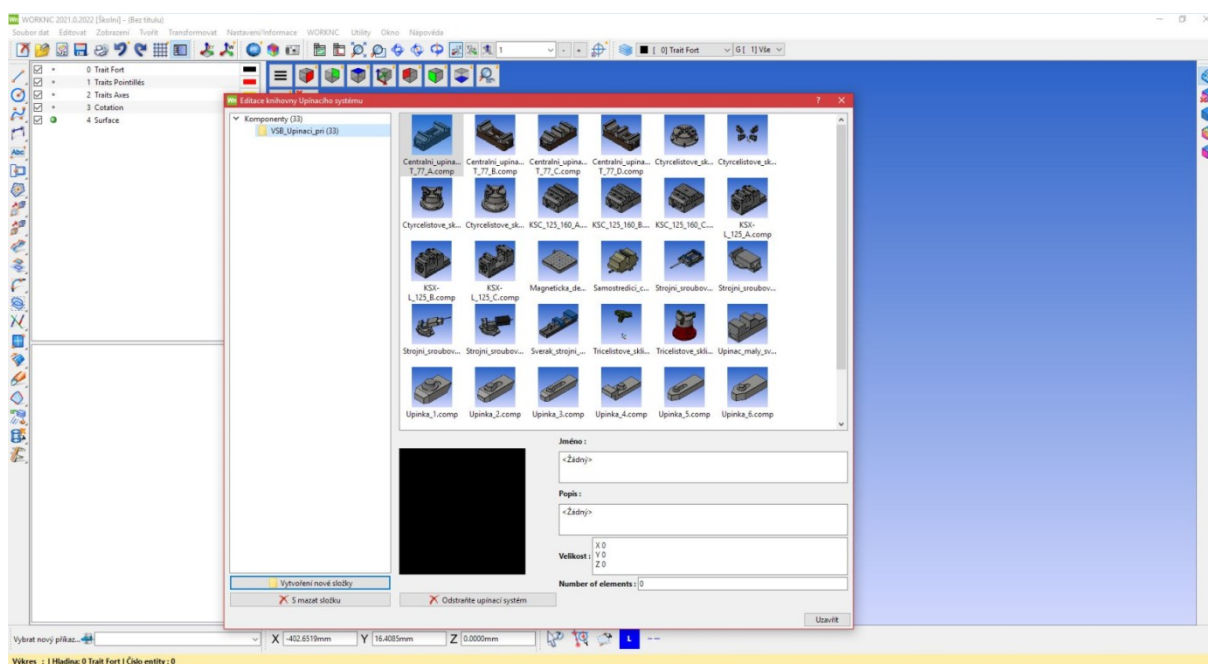
Je velmi důležité, aby byl popis napsán u každého přípravku s rozsahem maximálního upnutí aby programátor měl informaci, jak velký obrobek může upnout.



Obrázek 5.7 – Tvorba nové složky na upínací přípravky ve WorkNC

Následně vytvoříme složku kde se budou ukládat všechny takto importované přípravky. Tímto se nám přípravek úspěšně uložil a můžeme ho začít používat.





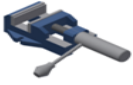
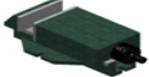
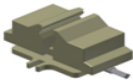
Obrázek 5.8 – Knihovna upínacích přípravků ve WorkNC

Z knihovny si pak může programátor jednoduše zvolit takový upínací přípravek, která se bude hodit pro daný obrobek, při náhledu se hned zobrazí popis a zobrazí se maximální upínací rozsah daného přípravku. Jelikož ve WorkNC nejde nastavit vazba na určitou do určité vzdálenosti tak si to programátor musí nastavit sám.

## 6. Databáze přípravků

Databáze je organizovaný soubor strukturovaných informací neboli dat, které se obvykle ukládají v elektronické podobě v počítačovém systému. Databáze je obvykle řízena systémem pro správu databáze. Data v nejběžnějších typech současných databází jsou obvykle modelována jako řada tabulek složených z řádků a sloupců, což umožňuje efektivní zpracování a vytváření dotazů. Je tak zajištěn snadný přístup k datům, správa, úpravy, aktualizace, řízení a organizace dat. [9]

### 6.1. Databáze upínacích přípravků Katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Číslo	Název přípravku	Náhled	Rozsah upnutí [mm]	Výška čelistí [mm]	Použití u stroje	Doplňující informace
1	Strojní šroubový svérák A		0 – 120	35	EMCO	Možnost upínání pomocí drážky velikosti 4 mm.
2	Strojní šroubový svérák B		0 – 127	65	DMU 50	
3	<u>Samostředící</u> čelistový svérák		0 – 113	65	DMU 50	Možnost upnutí válcových součástí.

Obrázek 6.1 – Původní databáze upínacích prvků katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie

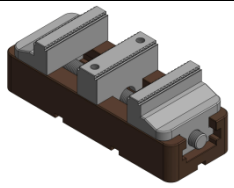
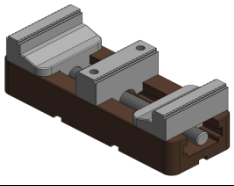
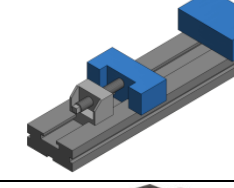

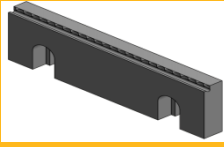

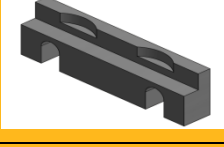

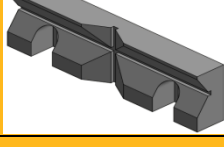

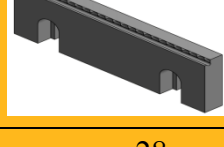

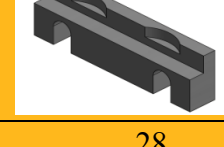


Původní databáze obsahovala jen některé informace a byla taky uživatelsky nepřehledná, tím pádem jsem se rozhodl zachovat původní vzhled jen ji upravit tak aby byla uživatelsky přívětivá a každý programátor nebo operátor stroje byl schopný si co nejjednodušeji vybrat potřeby upínací přípravek na jeho potřebný obrobek.

## Upínací přípravky katedry

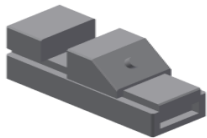
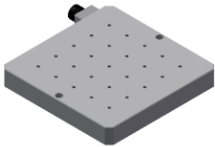
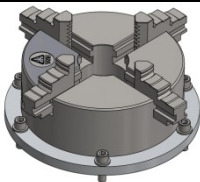
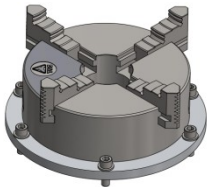
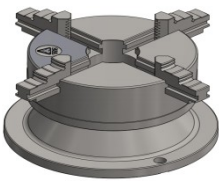
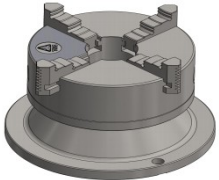
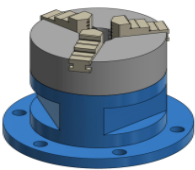
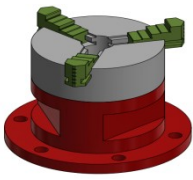
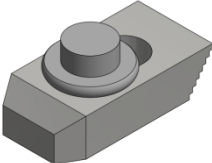
### Obrábění, montáže a strojírenské metrologie – kat346

Číslo	Název přípravku	Náhled	Rozsah upnutí [mm]	Výška čelistí [mm]	Doplňující informace
1	Strojní šroubový svěrák A		0 – 120	35	Rozměry 360x176x64  Možnost upínání pomocí drážky velikosti 4 mm.
2	Strojní šroubový svěrák B		0 – 127	65	Rozměry 370x190x135
3	Strojní šroubový svěrák sklopný a otočný A		0 – 83	40	Rozměry 380x240x155 Otočný o 360° a sklopný o 40°
4	Strojní šroubový svěrák sklopný a otočný B		0 – 128	49	Rozměry 510x293x191 Otočný o 360° a sklopný o 40°
5	Samostředící čelistový svěrák		0 – 113	65	Rozměry 190x150x120  Možnost upnutí válcových součástí.
6.A	Centrální upínač CU-T 77 A		3 – 118	3	Rozměry 210x77x70
6.B	Centrální upínač CU-T 77 B		75 – 190	3	Rozměry 210x77x70

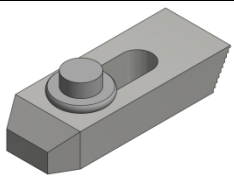
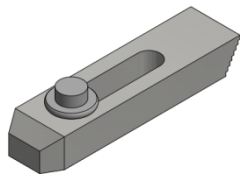
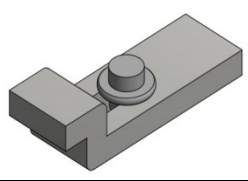
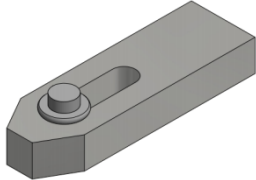
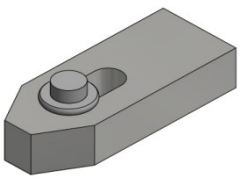
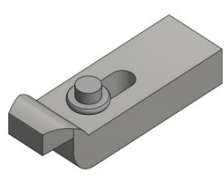
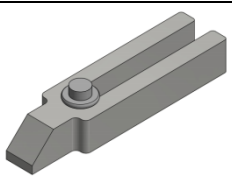
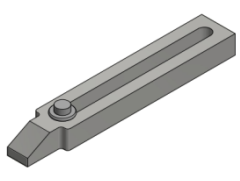
Tabulka 6.1 – Nová databáze upínacích prvků katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie

<b>6.C</b>	<b>Centrální upínač CU-T 77 C</b>		3 – 48	3	Rozměry 210x77x70
<b>6.D</b>	<b>Centrální upínač CU-T 77 D</b>		33 – 84	3	Rozměry 210x77x70
<b>7</b>	<b>Svěrák strojní modulární VMP-6B</b>		0 – 300	50	Rozměry 520x150x100
<b>8.A</b>	<b>KSX-L 125 Svěrák mechanický Schunk A</b>		0 – 127	40 	Rozměry 335x125x165 Upnutí za 3mm
<b>8.B</b>	<b>KSX-L 125 Svěrák mechanický Schunk B</b>		0 – 127	40 	Rozměry 335x125x165
<b>8.C</b>	<b>KSX-L 125 Svěrák mechanický Schunk C</b>		0 – 127	40 	Rozměry 335x125x165
<b>9.A</b>	<b>KSC 125-160 Svěrák mechanický Schunk A</b>		0 – 80	28 	Rozměry 160x125x90 Upnutí za 3mm
<b>9.B</b>	<b>KSC 125-160 Svěrák mechanický Schunk B</b>		0 – 80	28 	Rozměry 160x125x90
<b>9.C</b>	<b>KSC 125-160 Svěrák mechanický Schunk C</b>		0 – 80	28 	Rozměry 160x125x90

Tabulka 6.2 – Nová databáze upínacích prvků katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie

10	Upínač – malý svěrák		0 – 45	20	Rozměry 103x38x45
11	Magnetická deska Schunk		250 x 250	—	Rozměry 370x370x53
12.A	Čtyřčelist'ové sklíčidlo IUS s lící deskou A		5 – 107	33	Rozměry Ø305x130
12.B	Čtyřčelist'ové sklíčidlo IUS s lící deskou B		5 – 256	33	Rozměry Ø305x130
13.A	Čtyřčelist'ové sklíčidlo IUS s upínacím sloupem A		5 – 107	33	Rozměry Ø315x224,4
13.B	Čtyřčelist'ové sklíčidlo IUS s upínacím sloupem B		5 – 256	33	Rozměry Ø315x224,4
14.A	Tříčelist'ové sklíčidlo IUS s upínacím sloupem A		3 – 83	28	Rozměry Ø175x180
14.B	Tříčelist'ové sklíčidlo IUS s upínacím sloupem B		3 – 110	28	Rozměry Ø175x180
15.1	Upínka na stůl 1		—	—	Rozměry 63x32x16

Tabulka 6.3 – Nová databáze upínacích prvků katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie

15.2	Upínka na stůl 2		—	—	Rozměry 100x38x24
15.3	Upínka na stůl 3		—	—	Rozměry 148x38x22
15.4	Upínka na stůl 4		—	—	Rozměry 125x40x34
15.5	Upínka na stůl 5		—	—	Rozměry 160x50x25
15.6	Upínka na stůl 6		—	—	Rozměry 125x50x25
15.7	Upínka na stůl 7		—	—	Rozměry 160x50x40
15.8	Upínka na stůl 8		—	—	Rozměry 200x50x30
15.9	Upínka na stůl 9		—	—	Rozměry 300x50x28

Tabulka 6.4 – Nová databáze upínacích prvků katedry obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Nově vytvořenou databázi jsem udělal na vzor té původní, jen přesunul některé upínací přípravky, aby první byly přehledně za sebou, takže jako první jsem dal strojní svěráky následovaly sklíčidla a nakonec jsem dal upínky.

Nově jsem také rozšířil celou databázi, kdy jsem přidal i každou možnost upnutí zvlášť, aby bylo hned jasné jaké upnutí daný přípravek má, a jaký má upínací rozsah. Takže jsem tam některé přípravky více krát jen jsou tam například otočené upínací čelisti nebo rozdílné druhy upínacích čelistí. Dále jsem přidal rozměry každého přípravku, aby operátor věděl, zda daný přípravek může použít u svého stroje.

## 7. SIMULACE A VERIFIKACE PROCESU OBRÁBĚNÍ V CAM SYSTÉMU

Další širokou oblastí CAM systémů, která ve značné míře přispívá ke zvyšování efektivnosti obrábění je kvalitní vizualizace a verifikace vytvořeného NC programu. Jednoduchá vizualizace a verifikace vytvořeného NC programu je již standardně vestavěna do většiny CAM systémů. Pomocí této verifikace lze kontrolovat kolizi nástroje s obrobkem nebo upínkami. Verifikace také analyzuje případný zbytkový materiál, nebo podřezání. [2]

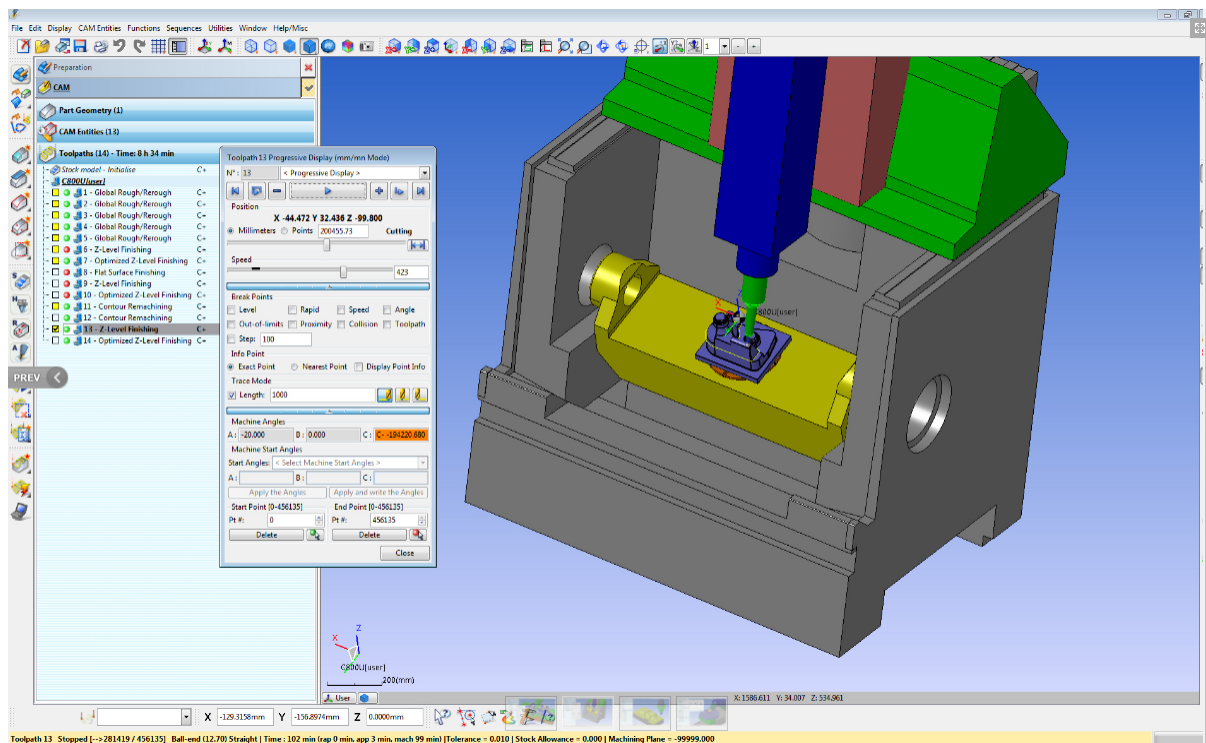
Některé CAM systémy dokáží simulovat a verifikovat kolize s materiálem a upínkami, nejen pro držák nástroje a vřeteno, ale i kompletní obráběcí stroj, včetně jeho plné geometrie a pohybů. Takové programy umožňují modelovat libovolné tvary nástroje, držáků, upínek, svěráků apod. a ukládat je do knihoven. Pomocí speciálních modulů lze definovat rozměry a kinematiku konkrétního stroje, importovat jeho řídicí systém a provést simulaci a verifikaci pohybů stroje. Modelovaný obráběcí stroj je ovládán stejnými řídicími funkcemi, a proto se simulace stroje chová stejně jako reálný stroj v provozu. Tímto způsobem lze zvýšit spolehlivost obrábění a provést kontrolu funkcí stroje. Výhodou je prohloubení zkušeností programátorů a obsluhy bez vlastního použití stroje. [2]



Obrázek 7.1 – Schéma technologické simulace v CAM systému [8]



V případě výskytu kolizí, jsou hlášení o kolizích uspořádány a typově rozlišeny v samostatném okně. Některé simulátory např. AlfaCAM, SolidCAM umožňují nalezení odpovídajících symbolů kolizí na příslušných řádcích NC kódu. Přechod na kolizní řádek se pak odehraje prostým kliknutím na pozici v databázi kolizí. [2]



Obrázek 7.2 – Ukázka obrábění ve WorkNC [6]



## 8. Závěr

Tato práce se týkala tvorby databáze upínacích přípravků. Bylo potřeba aktualizovat stávající databázi doplnit nové přípravy, smazat ty které se už nepoužívají a doplnit chybějící informace. Pro jeho splnění bylo potřeba zjistit, jaké všechny přípravy se nacházejí a hlavně používají na dílně. Následně všechny zdokumentovat a změřit jejich hlavní rozměry celkově je na dílně 15 druhů upínacích přípravků.

Jako další úkoly byla výroba 3D modelů v CAD systému Autodesk Inventor pomocí všech funkcí které obsahuje, takže bylo potřeba začít od 2D nákresu pomocí funkce vytažení se stávaly 3D modely a z těchto modelů se vytvářely konečné sestavy. Důležité bylo, aby všechny přípravy odpovídaly realitě a byly plně funkční.

Jako další úkoly byly tyto modely importovat do CAM programu WorkNC důležité bylo správné aplikování souřadného systému.

Nakonec bylo potřeba vytvořit databázi všech těchto přípravků, ze které může každý operátor stroje vyčíst ty nejdůležitější rozměry daného přípravku, jako je maximální rozsah upnutí nebo celková výška čelisti.

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce panu prof. Ing. Marku Sadílkovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při tvorbě méj bakalářské práce.

## Citace

[1] SADÍLEK, M.; SADÍLKOVÁ Z. *Počítačová podpora procesu obrábění*. VŠB – TU Ostrava, 2012, 149s., Dostupné na: <https://vyuka.fs.vsb.cz/>. ISBN 978-80-248-2770-4. Součástí této výukové je 14 animací.

[2] SADÍLEK, M. *Počítačová podpora výroby*. VŠB – TU Ostrava, 2011, 80 s., Dostupné na: [https://www.346.vsb.cz/studijni\\_literatura.html](https://www.346.vsb.cz/studijni_literatura.html). Součástí této výukové opory je 18 animací.

[3] Autodesk Inventor [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://www.autodesk.cz/products/inventor/overview?term=1-YEAR#what-is-inventor>

[4] *WorkNC* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://cz.worknc.com/engineering>

[5] *WorkNC* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://www.semaco.cz/software/produkty/worknc-cam>

[6] *WorkNC* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://cz.worknc.com/worknc-viewer>

[7] *CAM systémy* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/2321-cam-systemy-a-vyroba-tvarovych-ploch.html>

[8] *Simulace a verifikace upínacích přípravků* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1332>

[9] *Databáze* [online]. [cit. 2021-5-15]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/cz/database/what-is-database/>

## **Seznam příloh**

Upínací přípravky katedry Obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Soubory obsahující všechna data upínacích přípravků

Soubory obsahující data upínacích přípravků ve WorkNC

Kvůli velikosti souborů jsou online nahrány jen ty nejdůležitější soubory. Všechny soubory se nacházejí u prof. Ing. Marka Sadílka, Ph.D.